

## **Kühleinrichtung für elektrische Leistungseinheiten von elektrisch betriebenen Fahrzeugen**

Die Erfindung betrifft eine Kühleinrichtung für elektrische Leistungseinheiten von elektrisch betriebenen Fahrzeugen gemäß dem Patentanspruch 1.

Es ist allgemein bekannt Fahrzeuge mit elektrischen Fahrantrieben auszustatten. Aus der DE 37 28 171 C2 ist beispielsweise eine elektrische mechanische Antriebsanlage für ein Vollkettenfahrzeug bekannt. Es ist mindestens ein elektrischer Fahrmotor und ein Lenkelektromotor vorgesehen, mit welchem die regenerative Lenkleistung von einer zur anderen Antriebsseite mechanisch übertragen werden kann.

Aus der EP 1 060 941 B1 ist eine Einrichtung für die Ansteuerung und Betrieb eines elektrischen Fahrzeugantriebs bekannt. Bei dieser Antriebsanordnung ist für jede Antriebsseite ein eigener elektrischer Antriebsmotor vorgesehen.

Für die Versorgung der Elektromotoren mit elektrischem Strom für den Antrieb solcher Fahrzeuge sind in der Regel - von Brennkraftmaschinen angetriebene - Stromgeneratoren vorgesehen. Der elektrische Strom wird über entsprechende Leistungseinheiten auf die Elektromotoren übertragen. Solche Leistungseinheiten bestehen aus einem Leistungsteil und einem Steuerungsteil, welche zu einer kompakten Baueinheit zusammengefasst sind. Entsprechend der übertragenen Leistung erwärmen sich die Leistungseinheiten und müssen zum Schutz ihrer Bauteile vor Überhitzung gekühlt werden. In den Leistungsteilen werden Leistun-

gen übertragen, die um 1 bis 4 Zehnerpotenzen (10 bis  $10^4$ ) größer sind als in den Steuerungsteilen.

Die eingesetzten einkreisigen Kühlsysteme müssen auf die niedrigeren maximal zulässigen Temperaturen der Steuerungselektronik ausgelegt werden. Um damit 5 auch die, in den Leistungsteilen anfallende, große Wärme mit der geringen Kühlleistung einer solchen Niedertemperaturkühlung abführen zu können, sind große Wärmetauscher mit entsprechend großen Mengen an Kühlmitteln erforderlich.

Hiervon ausgehend ist es die Aufgabe der Erfindung ein Kühlsystem zu schaffen, 10 mit welchem sowohl das Steuerungsteil als auch das Leistungsteil ausreichend gekühlt werden können und kleinere Wärmetauscher ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Durch die erfindungsgemäße Aufteilung des Kühlsystems in einen 15 Niedertemperaturkühlkreis mit geringer Leistung für die Steuerungselektronik und Hochtemperaturkühlkreis mit hoher Leistung für Leistungselektronik, können in vorteilhafter Weise kleinere Wärmetauscher eingesetzt werden.

Besonders vorteilhaft wirkt das erfindungsgemäße Kühlsystem bei elektrisch betriebenen Fahrzeugen, da es zur Verminderung des Gesamtgewichts des Antriebssystems beiträgt. 20

Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen in Verbindung mit der Beschreibung.

25 Die Erfindung wird nachfolgend anhand der zugehörigen schematischen Zeichnung näher erläutert. Die

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Kühleinrichtung.

In Fig. 1 ist eine elektrische Leistungseinheit 1 zur Stromversorgung eines Elektromotors für ein elektrisch betriebenes Fahrzeug dargestellt. Da sich die vorliegende Erfindung auf die Kühlung einer solchen Leistungseinheit 1 bezieht, sind die elektrischen Verkabelungen mit einer Energiequelle sowie dem zugehörigen Elektromotor und die Signalleitungen zwischen Bedienungseinrichtungen des Fahrzeuges, wie Fahrpedal, Lenkeinrichtung und ähnliches, mit der Leistungseinheit 1 nicht dargestellt. 30

35 Die beispielhaft dargestellte Leistungseinheit 1 ist auf einer Platine 4 in einem Gehäuse 5 angeordnet. Die in bekannter Weise aus einem Steuerungsteil 2 und einem Leistungsteil 3 bestehende Leistungseinheit 1 ist vorzugsweise so auf der Platine 4 angeordnet, dass das Steuerungsteil 2 und das Leistungsteil 3 jeweils

mit ihren zusammengehörenden elektronischen Bauteilen einen eigenen Bereich auf der Platine 4 einnehmen.

Für das Steuerungsteil 2 ist ein erster Kühlkreislauf 11 mit einem Wärmetauscher 9 und für das Leistungsteil 3 ist ein weiterer Kühlkreislauf 12 mit einem Wärmetauscher 10 vorgesehen.

5 Die Wärmetauscher 9, 10 sind für extreme Umgebungsbedingungen mit Umgebungstemperaturen von etwa 50 Grad Celsius ausgelegt. Hiervon ausgehend ist der Wärmetauscher 9 so auszulegen, dass sich für die empfindlicheren Bauteile des Steuerungsteils 2 eine Zulauftemperatur von etwa 70 Grad Celsius ergibt.

10 Für das Leistungsteil 3, welches ein mehrfaches an Leistung gegenüber dem Steuerungsteil 2 umsetzt, kann eine höhere Zulauftemperatur von etwa 90 Grad Celsius zugelassen werden. Aufgrund des physikalischen Zusammenhangs, dass der Wärmestrom proportional zum Produkt des Volumenstroms und der Temperaturdifferenz des Kühlmittels ist, erbringt der Wärmetauscher 10 mit der 15 höheren Temperatur eine größere Kühlleistung. Der Wärmetauscher 10 kann daher bei gleichbleibender Kühlleistung im Vergleich mit einem Wärmetauscher mit einer niedrigeren Temperatur kleiner dimensioniert werden.

20 Aufgrund der höheren Kühlleistung des zweiten Wärmetauschers 10 für das Leistungsteil 3 und der – im Verhältnis zum Leistungsteil kleinen – Wärmemenge, welche vom Steuerungsteil 2 wegzuführen ist, ergibt sich für die beiden Wärmetauscher 9, 10 zusammen eine kleinere Baugröße als für einen einzigen Wärmetauscher, der mit der niedrigeren Temperatur beide Teile der Leistungseinheit zu kühlen hätte.

25 Die beiden Wärmetauscher 9, 10 werden vorzugsweise hintereinander angeordnet und zur Unterstützung der Kühlleistung kann zusätzlich ein Lüfter 13 vorgesehen werden.

30 Besonders vorteilhaft ist es, zwischen dem Leistungsteil 3 und dem Steuerungsteil 2, Trennwände 6, 7 vorzusehen, welche bis an die gemeinsame Platine 4 heranreichen und das Gehäuse 5 in zwei gegeneinander abgeschlossene Bereiche teilen. Die Trennwände 6, 7 werden bevorzugt aus einem thermisch isolierenden Werkstoff hergestellt.

Für die verschiedenen Kühlkreisläufe 11, 12 können im Gehäuse 5 und an den Trennwänden 6, 7 Kühlkanäle 8, 14 zur Führung des Kühlmittels vorgesehen werden.

35

Statt die Leistungseinheit 1 als kompakte Baugruppe herzustellen, ist es auch denkbar das Leistungsteil 3 und das Steuerungsteil 2 räumlich getrennt voneinander anzuordnen.

Im Allgemeinen gilt, dass die Bauelemente des Leistungsteils hohe Abwärme erzeugen aber auch hohe Umgebungstemperaturen ertragen können, während die Bauteile des Steuerteils eher wenig Abwärme erzeugen aber auch nur eine geringere Umgebungstemperatur ertragen können. Bei Ausnahmen von dieser Regel

5 können durchaus auch typische Elemente des Leistungsteils im Bereich des Steuerungsteils platziert werden, wenn diese wenig Abwärme erzeugen oder nur niedrige Umgebungstemperaturen aushalten. Genauso können auch typische Bauelemente des Steuerungsteils im Leistungsteil platziert werden, wenn diese hohe Umgebungstemperaturen aushalten. Es kann auch vorteilhaft sein die eigenständigen Baugruppen des Leistungsteils und Steuerungsteils als solche aufzulösen

10 und neue Baugruppen zu bilden, deren Elemente nach der Wärme-Entwicklung und der Hitze-Empfindlichkeit zusammengestellt werden.

Der wesentliche Kern der vorliegenden Erfindung ist darin zu sehen, für die Kühlung einer elektrischen Leistungseinheit von elektrisch betriebenen Fahrzeugen

15 zwei voneinander getrennte Kühlkreisläufe vorzusehen und die mit einer höheren Temperatur belastbaren Bauteile des Leistungsteils mit einem leistungsfähigeren Hochtemperatur-Kühlkreis zu kühlen. Aufgrund der besseren Kühlleistung des Hochtemperatur-Kühlkreises kann für die wesentlich größere Wärmemenge, die

20 hauptsächlich aus dem Leistungsteil abzuführen ist ein kompakterer Wärmetauscher vorgesehen werden. Für die verhältnismäßig kleinen Wärmemengen aus dem Steuerungsteil kann auch mit niedrigerer Kühlmittel-Temperatur ein verhältnismäßig kleiner Wärmetauscher vorgesehen werden. In der Gesamtbilanz ergibt sich somit eine vorteilhafte Verkleinerung des Kühlsystems gegenüber einem ein-

25 zigen Wärmetauscher, der mit niedriger Temperatur sowohl das Leistungs- als auch das Steuerungsteil kühlen muss.

Die Verkleinerung des Kühlsystems führt zu kleineren Wärmetauscherflächen und zu kleineren Kühlmittelmengen.

**Bezugszeichenliste**

1	Leistungseinheit
2	Steuerungsteil
3	Leistungsteil
5	4 Platine
	5 Gehäuse
	6 Trennwand
	7 Trennwand
	8 Kühlkanal
10	9 Wärmetauscher
	10 Wärmetauscher
	11 Kühlkreislauf
	12 Kühlkreislauf
	13 Lüfter
15	14 Kühlkanal

## Patentansprüche

1. Kühleinrichtung für eine elektrische Leistungseinheit (1) von elektrisch betriebenen Fahrzeugen mit mindestens einem Leistungsteil (3) und mindestens einem Steuerungsteil (2) sowie einem Kühlkreislauf mit einem Kühlmittel und einem Wärmetauscher zur Kühlung der Leistungseinheit (1), dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Kühlkreislauf (11) mit Wärmetauscher (9) mit niedriger Kühlmittel-Temperatur hauptsächlich für die Kühlung von Elementen der Steuerungsteile (2) und ein weiterer Kühlkreislauf (12) mit höherer Kühlmittel-Temperatur hauptsächlich für die Kühlung von Elementen der Leistungsteile (3) vorgesehen ist.  
5
2. Kühleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Leistungsteil (3) und das Steuerungsteil (2) auf einer gemeinsamen Platine (4) in einem gemeinsamen Gehäuse (5) angeordnet sind und zwischen dem Leistungsteil (3) und dem Steuerungsteil (2) mindestens eine Trennwand (6, 7) vorgesehen ist.  
15
3. Kühleinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwände (6, 7) aus einem thermisch isolierenden Werkstoff bestehen.
4. Kühleinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwände (6, 7) mit Kühlkanälen (8, 14) zur Führung von Kühlmittel versehen sind.  
20
5. Kühleinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (5) mit Kühlkanälen (8, 14) zur Führung von Kühlmittel versehen ist.
6. Kühleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Leistungsteil (3) und das Steuerungsteil (2) räumlich voneinander getrennt angeordnet sind.  
25
7. Kühleinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zulauftemperatur des Kühlmittels zum Leistungsteil (3) et-

wa 90 Grad Celsius und die Zulauftemperatur des Kühlmittels zum Steuerungsteil (2) etwa 70 Grad Celsius beträgt.

8. Kühleinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Elemente des Steuerungsteils im Bereich des Leistungsteils 5 angeordnet sind und / oder Elemente des Leistungsteils im Bereich des Steuerungsteils angeordnet sind.

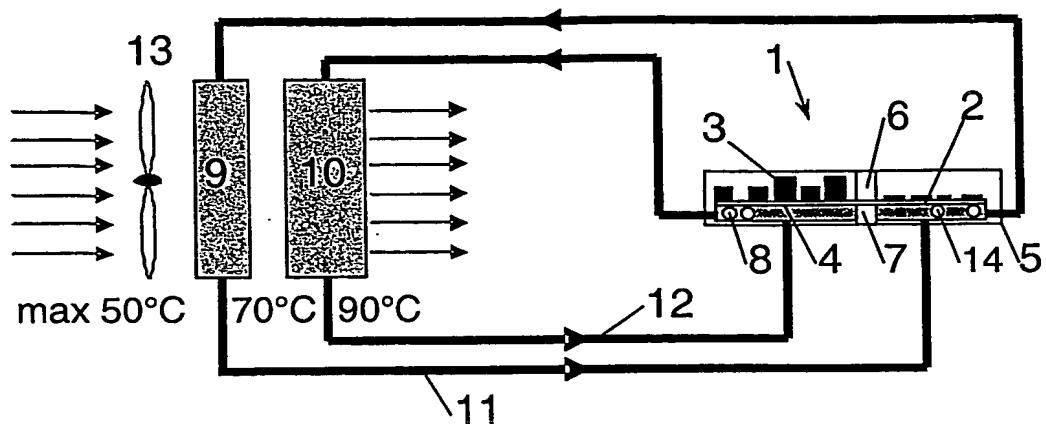


Fig. 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No

PCT/EP 03/13797

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H05K7/20 H02M7/00 B60K11/02 B60H1/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H05K H02M B60K B60H B60L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/133267 A1 (KAISHIAN STEVEN C ET AL) 17 July 2003 (2003-07-17) paragraph '0004! paragraph '0067! – paragraph '0072! paragraph '0107!; figures 5,12-14,38A,38B	1,6,7
Y	DE 44 36 547 A (TELEFUNKEN MICROELECTRON) 18 April 1996 (1996-04-18) column 1, line 49 – column 2, line 8; figure 1	2-5,8
Y	DE 27 57 282 A (LICENTIA GMBH) 5 July 1979 (1979-07-05) page 5, line 23 – page 6, line 4	2-5,8
A	EP 1 253 814 A (YAZAKI CORP) 30 October 2002 (2002-10-30) figures 1,2	2,3
A		2,3

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

### Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 July 2004	23/07/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer Sedlmeyer, R

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/13797

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2003133267	A1	17-07-2003	WO	2004047225 A2		03-06-2004
			WO	03063329 A2		31-07-2003
			WO	03063567 A1		31-07-2003
			WO	03063564 A1		31-07-2003
			US	2003133257 A1		17-07-2003
			US	2003133319 A1		17-07-2003
			US	2003133282 A1		17-07-2003
			US	2003132040 A1		17-07-2003
			US	2003151893 A1		14-08-2003
			US	2003133268 A1		17-07-2003
			US	2003133283 A1		17-07-2003
			US	2003133318 A1		17-07-2003
			US	2003132041 A1		17-07-2003
			US	2003133259 A1		17-07-2003
			US	2003132042 A1		17-07-2003
			US	2004061989 A1		01-04-2004
			US	2004066643 A1		08-04-2004
DE 4436547	A	18-04-1996	DE	4436547 A1		18-04-1996
DE 2757282	A	05-07-1979	DE	2757282 A1		05-07-1979
EP 1253814	A	30-10-2002	JP	2002330523 A		15-11-2002
			EP	1253814 A2		30-10-2002
			US	2002159225 A1		31-10-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. nationales Aktenzeichen  
PCT/EP 03/13797

<b>A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 H05K7/20 H02M7/00 B60K11/02 B60H1/02			
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK			
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) IPK 7 H05K H02M B60K B60H B60L			
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen			
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ			
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>			
Kategorie* Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile		Betr. Anspruch Nr.	
X	US 2003/133267 A1 (KAISHIAN STEVEN C ET AL) 17. Juli 2003 (2003-07-17)	1,6,7	
Y	Absatz '0004! Absatz '0067! – Absatz '0072! Absatz '0107!; Abbildungen 5,12-14,38A,38B	2-5,8	
Y	DE 44 36 547 A (TELEFUNKEN MICROELECTRON) 18. April 1996 (1996-04-18) Spalte 1, Zeile 49 – Spalte 2, Zeile 8; Abbildung 1	2-5,8	
A	DE 27 57 282 A (LICENTIA GMBH) 5. Juli 1979 (1979-07-05) Seite 5, Zeile 23 – Seite 6, Zeile 4	2,3	
A	EP 1 253 814 A (YAZAKI CORP) 30. Oktober 2002 (2002-10-30) Abbildungen 1,2	2,3	
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie	
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist			
*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht konkurriert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist			
Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche  14. Juli 2004		Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts  23/07/2004	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Sedlmeyer, R	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In nales Aktenzeichen  
F+I, EP 03/13797

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2003133267	A1	17-07-2003	WO	2004047225 A2		03-06-2004
			WO	03063329 A2		31-07-2003
			WO	03063567 A1		31-07-2003
			WO	03063564 A1		31-07-2003
			US	2003133257 A1		17-07-2003
			US	2003133319 A1		17-07-2003
			US	2003133282 A1		17-07-2003
			US	2003132040 A1		17-07-2003
			US	2003151893 A1		14-08-2003
			US	2003133268 A1		17-07-2003
			US	2003133283 A1		17-07-2003
			US	2003133318 A1		17-07-2003
			US	2003132041 A1		17-07-2003
			US	2003133259 A1		17-07-2003
			US	2003132042 A1		17-07-2003
			US	2004061989 A1		01-04-2004
			US	2004066643 A1		08-04-2004
DE 4436547	A	18-04-1996	DE	4436547 A1		18-04-1996
DE 2757282	A	05-07-1979	DE	2757282 A1		05-07-1979
EP 1253814	A	30-10-2002	JP	2002330523 A		15-11-2002
			EP	1253814 A2		30-10-2002
			US	2002159225 A1		31-10-2002